BEDIENUNGSANLEITUNG

ISOLATIONSWIDERSTANDS-MESSGERÄTE MIC-1000 UND MIC-2500

Version 5.4 24.03.2010

INHALTSVERZEICHNIS

1 VORWORT 5

2 EINLEITUNG 5

3 SICHERHEIT 6

4 BESCHREIBUNG UND INFORMATIONEN ÜBER FUNKTION 7

4.1 CHARAKTERISTIK DER GERÄTE AUS DER REIHE MIC-2500 7
4.2 STANDARDAUSSTATTUNG 8
4.3 ZUSATZAUSSTATTUNG 8
4.4 ANORDNUNG VON ANSCHLÜSSEN UND DRUCKTASTEN 9
4.4.1 Anschlüsse 10
4.4.2 Tastatur 10
4.5 LCD-DISPLAY 12
4.6 SUMMER 14
4.7 LEITUNGEN UND LEITUNGENDEN 15

5 LAGERUNG 15

6 BETRIEBSBEGINN 15

7 BEDIENUNG 16

7.1 VORBEREITUNG DES MESSGERÄTS ZUM BETRIEB 16
7.2 VERSORGUNG DES MESSGERÄTS VON AKKUS 16
7.2.1 Austausch des Akkupakets 17
7.2.2 Laden des Akkupakets 18
7.3 BEDINGUNGEN DER AUSFÜHRUNG DER MESSUNG UND DER ERHALT VON KORREKTEN ERGEBNISSEN 19
7.4 MESSUNG DES ISOLATIONSWIDERSTANDES 19
7.4.1 Allgemeine Beschreibung 20
7.4.2 Ablesen von Messergebnissen 23
7.4.3 Wahl der Messspannung 23
7.4.4 Messung der Absorptionskoeffizienten 23
7.4.5 Messung mit der Dreianschluss-Methode 24
7.4.6 Bargraf 25
7.5 GLEICHSPANNUNGS-MESSUNG 25
7.6 WECHSELSPANNUNGS-MESSUNG 26
7.7 NIEDERSPANNUNGS-WIDERSTANDSMESSUNG 26
7.8 MESSWERTSPEICHER 27
7.8.1 Speichern der Messergebnisse 27
7.8.2 Ablesen der gespeicherten Ergebnisse 28
7.8.3 Löschen des Speicherinhaltes 28
7.8.4 Speichern der Messergebnisse der Kabel 28
7.9 DATENÜBERTRAGUNG ZUM COMPUTER 29
7.9.1 Zubehörpaket für die Zusammenarbeit mit Computer 29
7.9.2 Verbindung des Messgeräts mit Computer 30

8 LÖSUNG VON PROBLEMEN 31

8.1 DIE VOM MESSGERÄT ANGEZEIGTEN WARNUNGEN UND INFORMATIONEN . 31
8.1.1 Überschreitung des Messbereiches 31
8.1.2 Informationen, die mit dem geprüften Objekt in Verbindung stehen 31
8.1.3 Informationen über den Akkustand 31
8.2 MELDUNGEN ÜBER INFOLGE DER SELBSTKONTROLLE ENTDECKTE FEHLER 32
8.3 BEVOR DAS MESSGERÄT ZUM SERVICE ÜBERGEBEN WIRD 32

9 REINIGUNG UND WARTUNG 35

10 DEMONTAGE UND VERWERTUNG 35

11 . ANLAGEN 36

11.1 TECHNISCHE DATEN 36
11.2 HERSTELLER 39

Achtung:
Die vorliegende Version der Bedienungsanleitung gilt nur für die Messgeräte, denen sie beigelegt wird.

1 Vorwort

Vielen Dank für den Einkauf unseres Messgeräts zur Messung des Isolationswiderstands. Die Messgeräte MIC-1000 und MIC-2500 sind moderne, hochwertige Messinstrumente, die bedienungsleicht und –sicher sind. Das Durchlesen der vorliegenden Bedienungsanleitung lässt die Fehler bei Messungen vermeiden und eventuelle Probleme bei der Bedienung des Messgeräts verhindern.

In der vorliegenden Bedienungsanleitung bedienen wir uns drei Warnungsarten. Das sind die umrahmten Texte, die mögliche Gefährdungen sowohl für den Benutzer, als auch für das Messgerät beschreiben. Die mit dem Wort '**WARNUNG:'** beginnenden Texte beschreiben die Situationen, in denen zur Lebens- oder Gesundheitsgefährdung kommen kann, wenn die Bedienungsanleitung nicht beachtet wird. Mit dem Wort **'ACHTUNG!'** beginnt die Beschreibung der Situation, in der die Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung zur Beschädigung des Gerätes führt. Der Anzeige von eventuellen Problemen geht das Wort '**Achtung:**' voran.

WARNUNG:
Vor dem Gebrauch des Gerätes soll die vorliegende Bedienungsanleitung genau gelesen und die Sicherheitsvorschriften, sowie die Herstellerempfehlungen beachtet werden.

WARNUNG:
Die Messgeräte MIC-1000 und MIC-2500 sind zu den Messungen von Isolationswiderständen, des Widerstands mit der Niederspannungs-, sowie der Gleich- und Wechselspannungsmethode bestimmt. Jede andere als die in dieser Bedienungsanleitung angegebene Anwendung kann die Beschädigung des Gerätes zur Folge haben und die Quelle der ernsthaften Gefahr für den Benutzer bilden.

WARNUNG:
Bei den Messungen des Isolationswiderstands tritt an den Enden der Messleitungen des Messgeräts MIC-1000 gefährliche Spannung bis 1 kV auf.
Bei den Messungen des Isolationswiderstandes tritt an den Enden der Messleitungen des Messgeräts MIC-2500 gefährliche Spannung bis 2,5 kV auf.

WARNUNG:
Die Messgeräte MIC-1000 und MIC-2500 können nur von Fachleuten bedient werden, die erforderliche Berechtigungen für Messungen des Isolationswiderstandes in Elektroinstallationen besitzen. Die Anwendung des Messgeräts von unberechtigten Personen kann die Beschädigung des Gerätes zur Folge haben und die Quelle der ernsthaften Gefahr für den Benutzer bilden.

2 Einleitung

Die vorliegende Bedienungsanleitung beschreibt die Isolationswiderstands-Messgeräte MIC-1000 und MIC-2500. Wir empfehlen genaue Vertrautmachung mit der Bedienungsanleitung, um die Begehung von Fehlern zu vermeiden, die die Gefahr für den Benutzer oder falsche Beurteilung des Zustan-

des der gemessenen Isolation bilden können. Mehrere Informationen über die Sicherheit bei den Messungen finden Sie im Kapitel ***3*** – ***Sicherheit***. Vor der Erstverwendung des Gerätes sollen Sie sich insbesondere mit dem Kapitel ***6*** – ***Betriebsbeginn*** vertraut machen. Wenn das Messgerät Schwierigkeiten bereitet – schauen Sie auch zum Kapitel ***8*** – ***Lösung von Problemen.*** Alle Informationen über Handhabung des Messgeräts finden Sie im Kapitel ***7 – Bedienung.***

3 Sicherheit

Die Geräte MIC-1000 und MIC-2500 dienen zur Ausführung von Messungen, deren Ergebnisse den Stand der Installationssicherheit bestimmen. Infolge dessen, um entsprechende Bedienung und Richtigkeit der erhaltenen Ergebnisse zu sichern, sollen folgende Empfehlungen beachtet werden:

- Bevor mit dem Betrieb des Messgeräts begonnen wird, soll man sich mit der vorliegenden Bedienungsanleitung genau vertraut machen,
- Das Gerät soll ausschließlich von den entsprechend qualifizierten und im Arbeitsschutzbereich geschulten Personen bedient werden,
- Es ist unzulässig, :
  - ⇒ das Messgerät, des beschädigt wurde und ganz oder teilweise defekt ist,
  - ⇒ Leitungen mit der beschädigten Isolation,
  - ⇒ das Messgerät, das zu lange unter schlechten Bedingungen (z.B. feucht) gelagert wurde,

  zu verwenden
- bevor mit der Messung begonnen wird, soll die richtige Messfunktion gewählt werden und geprüft werden, ob die Leitungen an entsprechende Anschlüsse angeschlossen sind,
- vor der Messung des Isolationswiderstandes sollen Sie sich vergewissern, ob das zu prüfende Objekt von der Spannung abgeschaltet wurde,
- während der Messung des Isolationswiderstandes dürfen die Leitungen vom geprüften Objekt nicht abgetrennt werden, bevor die Messung nicht beendet wird (siehe Punkt 7.4.1); andernfalls wird die Kapazität des Objektes nicht entladen, was zum Stromschlag führt,
- die Reparaturen können ausschließlich vom autorisierten Service durchgeführt werden.

Außerdem soll darauf hingewiesen werden, dass:

- die Aufschrift bAt, die auf dem Display aufleuchtet, zu niedrige Versorgungsspannung bedeutet und das Bedürfnis der Ladung von Akkumulatoren signalisiert,
- Dauertonsignal während der Messung des Isolationswiderstandes die Messspannungssenkung signalisiert, was bedeutet, dass das System der Ausgangsstromsbegrenzung des Hochspannungswandlers angesprochen hat; der angezeigte Widerstandswert ist richtig trotz der Absenkung der Messspannung.

ACHTUNG!

Die Eingänge des Messgeräts sind gegen Überlastung elektronisch gesichert, z.B. infolge des unrichtigen Anschlusses an den Messkreis oder an unrichtige Eingangsklemmen:

- Eingänge COM und ISO für die Funktion R_{ISO}/I_L - bis 250 $V_{AC/DC}$ über 30 Sekunden,
- für sonstige Eingangskombinationen - bis 600 $V_{AC/DC}$ über 30 Sekunden.

WARNUNG:
Die nicht angeschlossenen Leitungen dürfen nicht verbleiben, während ein Teil von denen an geprüften Kreis angeschlossen bleibt.
Das an den geprüften Kreis angeschlossene Messgerät darf nicht ohne Überwachung gelassen werden.

4 Beschreibung und Informationen über Funktion

4.1 Charakteristik der Geräte aus der Reihe MIC-2500

Die digitalen Isolationswiderstands-Messgeräte MIC-1000 und MIC-2500 werden zu direkten Messungen des Isolationswiderstandes von Kabellinien, Transformatoren, Motoren und anderen elektroenergetischen Anlagen bestimmt.

Außerdem ermöglichen die Messgeräte Messungen von Gleich- und Wechselspannungen, sowie die Niederspannungsmessung von kleinen Widerständen.

WARNUNG:

Das Messgerät darf nicht für die Messungen von Netzen oder Anlagen eingesetzt werden, wo Explosionsgefahr oder Brandgefahr besteht.

Zu den wichtigsten Eigenschaften des Gerätes MIC-2500 gehören:

- Die Messspannungen werden im Bereich von 50...2500 V mit Schritt von 10 V gewählt
- Isolationswiderstandsmessung bis 1 TΩ (1000 GΩ)
- Anzeige des Leckstroms
- Automatische Wahl von Messbereichen
- Selbständige Entladung der Kapazität des gemessenen Objektes nach der Beendung der Isolationswiderstandsmessung
- Direkte Messung eines oder zwei Absorptionskoeffizienten
- Akustische Signalisierung von fünfsekundigen Zeitintervallen, die die Aufnahme des Zeitverhaltens bei der Messung des Isolationswiderstandes erleichtern
- Speicherung von eingestellten Messspannungswerten und Zeiten T_1, T_2 und T_3
- Speicher von 999 Messergebnissen und die Möglichkeit der Übertragung der gespeicherten Daten zum PC
- Möglichkeit der Durchgangsprüfung der Stromkreise mit Strom bis 200 mA
- Versorgung mit dem Akkupaket (niedrige Betriebskosten)
- Meldung des Akku-Ladegrades
- Eingebautes System der automatischen Ladung der Innenakkus vom externen Ladegerät (komplett mit dem Gerät), das ihre optimale Nutzung und verlängerte Lebensdauer sichert
- Selbständiges Ausschalten des inaktiven Gerätes (AUTO-OFF)
- Ergonomische Bedienung
  Das Messgerät MIC-1000 ist eine Version des Messgeräts MIC-2500, das zur Messung des Isolationswiderstandes bis 100 GΩ bei der Messspannung von 50...1000 V bestimmt ist.

4.2 Standardausstattung

Zum vom Hersteller gelieferten Satz gehören:

- Messgerät MIC-1000 oder MIC-2500
- Ladegerät Z1 zum Akkuladen (Adapter AC) – **WAZAS3X5Z1**
- Akkupaket Typ SONEL NiCd 9,6V einschließlich der Halterung (mit dem Messgerät verbunden) – **WAAKU02**
- Messleitungssatz:
  - Spezialleitungen (Hochspannungsleitung und geschirmte Leitung) mit Vierpolstecker mit Steckdose zum Anschließen einer zusätzlichen Leitung für die Dreiklemmen-Methode zum Messen des Isolationswiderstandes (1 Stck.) – **WAPRZMIC2500**
  - Leitung 1,2m lang, schwarz, mit Bananen-Steckern (1 Stck.) – **WAPRZ1X2BLBB**
  - Krokodil-Klemme (2 Stck.: gelb K02 – **WAKROYE20K02** und schwarz K01 – **WAKROBL20K01**)
- Tragetasche M2 für Messgerät und seine Ausstattung – **WAFUTM2**
- Bedienungsanleitung
- Kalibrierungszertifikat

4.3 Zusatzausstattung

Zusätzlich kann beim Hersteller und Händlern folgendes Zubehör erworben werden, das zur Standardausstattung nicht gehören:

- Schnittstelle Opto-RS zur Serienübertragung - **WAPRZOPTORS**
- Adapter USB/RS-232 – **WAADAUSBRS232**
- Programm SONEL Elektromessungen, das die Erstellung kompletter Messunterlagen ermöglicht – **WAPROSONPE3**
- Programm für Bildung von Skizzen, Schaltplänen für Elektroanlagen SONEL Schematic – **WAPROSCHEM**
- Programm für Bildung von Messberechnung SONEL PE Berechnungen – **WAPROKALK**
- Kalibrierungsattest – **LSWPLMIC1000** (**LSWPLMIC2500)**

4.4 Anordnung von Anschlüssen und Drucktasten

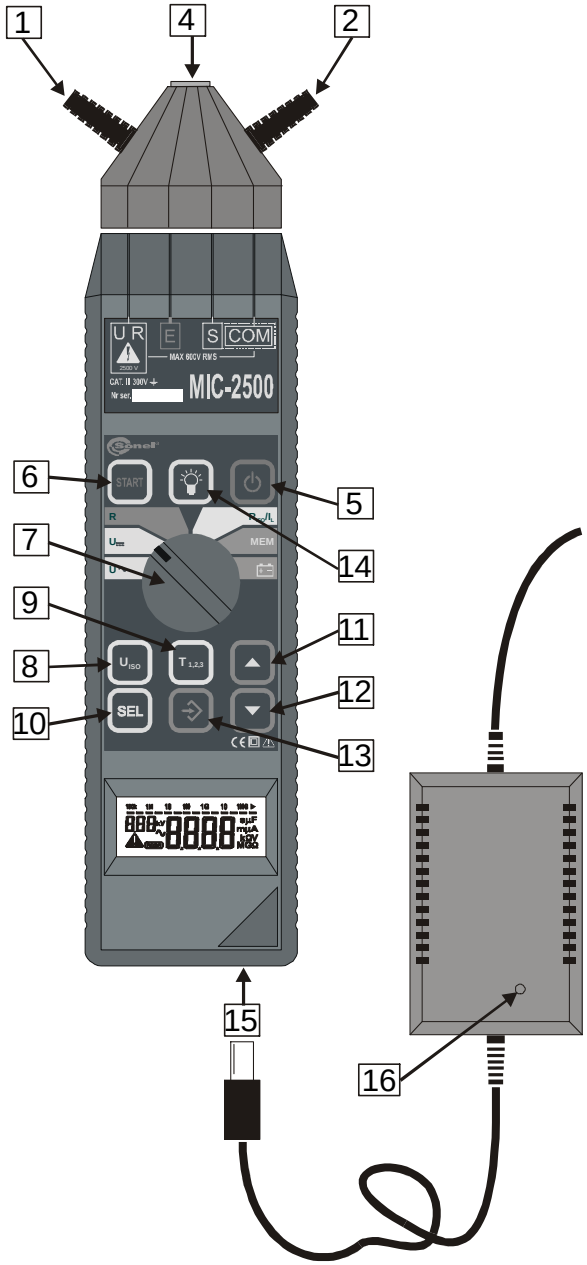


Abb. 1. MIC-2500 (Frontansicht)

4.4.1 Anschlüsse

1 **Messleitung U R**

Der Ausgang des Hochspannungswandlers für die Messungen des Isolationswiderstandes bei (Funktion $\mathbf{R_{ISO}/I_L}$).
Der Messeingang für die Messungen von Gleich- oder Wechselspannungen, sowie für Niederspannungs-Widerstandsmessung.

2 **Messleitung COM**

Für alle Leitungen.

4 **Anschluss E**

Anschluss zum Anschließen einer zusätzlichen Leitung in der Dreiklemmenmethode zur Messung des Isolationswiderstandes.

15 **Anschluss zum Anschließen des externen Ladegeräts zum Akkuladen**

16 **LED-Diode, die das Anschließen des Ladegeräts ans Netz meldet**

4.4.2 Tastatur

5 **Drucktaste** ⏻

- Ein- und Ausschalten des Messgeräts.

Bei gedrückter Taste **9** $\mathbf{T_{1,2,3}}$ oder **13** ➔ Betätigung von Sonderfunktionen:

- Taste **9** $\mathbf{T_{1,2,3}}$ - Sperrung der Funktion des automatischen Ausschalten (Entriegelung erfolgt nach dem Ausschalten des Messgeräts mit der Taste **5** ⏻ oder, selbständig, nach dem Selbstausschalten des Geräts nach der Erreichung der Akku-Entladeschwelle)
- Taste **13** ➔ - Ermöglichung der Übertragung von gespeicherten Daten zum PC

6 **Drucktaste START**

für die Messfunktion $\mathbf{R_{ISO}/I_L}$:

- Einschalten der Messspannung, Betätigung der Messung des Isolationswiderstandes und Beginn der Zeitabmessung.
- Nach dem erneuten Drücken vor dem Messende, wenn die Messung einschließlich der Taste **11** ▲ betätigt wurde (siehe Punkt 7.4.1) – Ausschalten des Hochspannungswandlers und die Entladung der Kapazität des gemessenen Objektes.

WARNUNG:
Bei den Messungen des Isolationswiderstandes tritt an den Enden der Messleitungen des Messgeräts MIC-1000 eine gefährliche Spannung bis 1 kV auf.
Bei den Messungen des Isolationswiderstandes tritt an den Enden der Messleitungen des Messgeräts MIC-2500 eine gefährliche Spannung bis 2,5 kV auf.

7 **Funktionsdrehschalter**

Wahl der Funktion:

- **U_{AC}** – Messung von Wechselspannungen,
- **U_{DC}** – Messung von Gleichspannungen,
- **R** – Niederspannungs-Widerstandsmessung,
- **R_{ISO}/I_L** – Messung des Isolationswiderstandes (oder des Leckstroms),
- **MEM** – Abrufen des Speicherinhaltes,
- - Messung des Akkuladegrades.

8 **Drucktaste U_{ISO}**

- Wahl einer der vier (fünf für MIC-2500) vordefinierten Werte der Messspannung.

9 **Drucktaste $T_{1,2,3}$**

- Wahl und Bestätigung von Zeiten T_1, T_2 und T_3
- Einstellung der Marke und Speicherung bei der Aufzeichnung von Messergebnissen bei Kabelmessungen

10 **Drucktaste SEL**

Für die Messfunktion **R_{ISO}/I_L**:

- Anzeige des Leckstroms während der Messung des Isolationswiderstandes
- Anzeige von Messergebnissen (des Widerstandes), Absorptionskoeffizienten und der zuletzt eingestellten Messspannung in der Sequenz: $R_{T3}\rightarrow R_{T2}\rightarrow R_{T1}\rightarrow Ab1\rightarrow Ab2\rightarrow U_{ISO}\rightarrow R_{T3}$...usw.

Für die **MEM**- Funktion:

- Anzeige von Messergebnissen (des Widerstandes), Absorptionskoeffizienten und Messspannungen in der Sequenz wie oben.

11 **Drucktaste ▲ (auf)**
12 **Drucktaste ▼ (ab)**

- Änderung der Messspannung nach der Auswahl des vordefinierten Wertes mit der Taste **U_{ISO}**
- Einstellung von Zeitwerten T1, T2 und T3 nach der Auswahl einer von denen mit der Taste **$T_{1,2,3}$**
- Änderung der Zellennummer im Speicher-Modus und beim Abrufen des Speicherinhaltes
- Ständige Änderung des eingestellten Wertes beim längeren Drücken

13 **Drucktaste (Speicherung)**

Nach der Beendung der Messung:

- Betätigung des Speicher- Modus´
- Im Speicher-Modus – Eintragung des Messergebnisses in die ausgewählte Zelle

In der **MEM**-Funktion nach der Auswahl der Zelle Nr. 000:

- Löschen des Speicherinhaltes nach dem zweimaligen Drücken

14 **Drucktaste (Hinterbeleuchtung)**

- Ein- und Ausschalten der Hinterbeleuchtung des LCD-Displays

4.5 LCD-Display

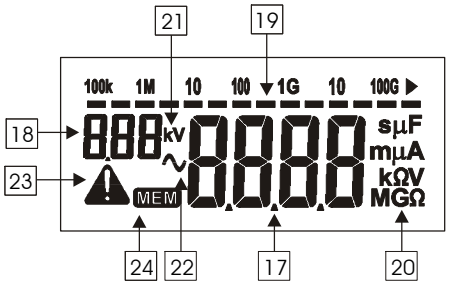


Abb. 2. LCD-Display des Messgeräts MIC-1000

17 **Hauptfeld für das Messergebnis**

18 **zusätzliches Ablesefeld**

19 **Bargraf in Widerstandseinheiten gradiert**

20 **Einheit und Art des angezeigten Wertes:**

s	Sekunden	- Zeit
mA, μA, nA	Milliampere, Mikroampere, Nanoampere	- Strom
V	Volt	- Spannung
Ω, kΩ, MΩ, GΩ	Ohm, Kiloohm, Megaohm, Gigaohm	- Widerstand

1000 kΩ = 1 MΩ 1000 MΩ = 1 GΩ 1000 GΩ = 1 TΩ

21 **Messspannungseinheit:**

kV - Kilovolt

22 **Symbol ∿ informiert, dass die Wechselspannung gemessen wird**

23 **Symbol ⚠ meldet das Vorhandensein der gefährlichen Messspannung an den Messleitungsenden des Gerätes.**

24 **Symbol MEM informiert, dass das Gerät sich im Speicherabruf- oder Speicher-Modus befindet**

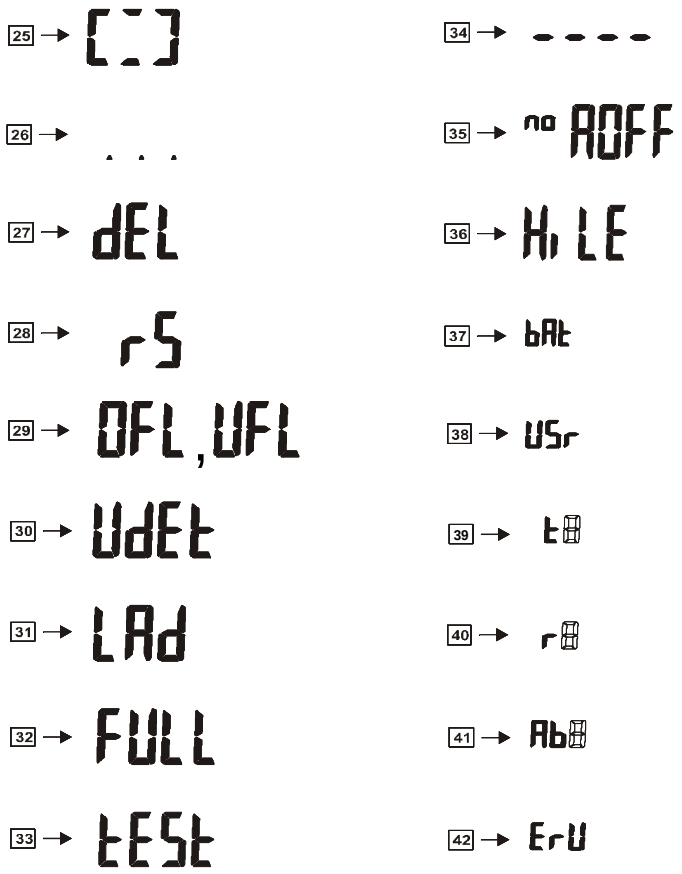


Abb. 3. Die durch die Messgeräte aus der Reihe MIC-1000 angezeigte Aufschriften und Symbole

25 **- Speichern**

26 **(Dreipunkt) – kein Ergebnis in der laufenden Speicherzelle**

27 **- Möglichkeit der Speicherlöschung**

28 **- eingeschalteter Datenübertragung- Modus durch Serien-Schnittstelle RS232**

29 **- überschrittener Messbereich (zweites Symbol bei der Anzeige des Leckstroms)**

30 **- Vorhandensein der Gleichspannung oder der Wechselspannung höher als 50 V am gemessenen Objekt bei der eingestellten Messfunktion R_{ISO}/I_L, Anwesenheit der Gleichspannung oder der Wechselspannung höher als 2 V bei der eingestellten Messfunktion R**

31 **- Laden von Akkumulatoren**

32 FULL **- Ende des Laden von Akkumulatoren**

33 tESt **- Durchführung vom Gerät der Selbstprüfung /Autotest/ nach dem Einschalten**

34 ---- **- Funktionsdrehschalter in der nicht bedienbaren Stellung, wie auch der nicht eingestellte Wert des Zeitabschnittes oder der nicht berechnete Absorptionskoeffizient**

35 no AOFF **- gesperrte Funktion des automatischen Ausschaltens**

36 HiLE - **zu großer Leckstrom (zu kleiner Isolationswiderstand oder Isolationsdurchschlag während der Messung)**

37 bAt **- entladene Akkus; es ist nur die Spannungsmessung ohne Einhaltung der deklarierten Genauigkeit möglich**

38 USr **- Einstellung vom Benutzer der Wandler-Messspannungen, anderer als vordefinierte Spannungen**

39 t1, t2, t3 **- Zeitabschnitt T_1, T_2 oder T_3**

40 r1, r2, r3 **- Isolationswiderstand, gemessen nach der Zeit T_1, T_2 oder T_3**

41 Ab1, Ab2 **- Absorptionskoeffizient Ab1 (R_2/R_1) oder Ab2 (R_3/R_2)**

42 ErU **- Vorhandensein der Wechselspannung oder der Gleichspannung mit dem Wert in den Grenzen von 20...50 V, bei der eingestellten Messfunktion R_{ISO}/I_L**

4.6 Summer

Warnsignale:

Dauertonsignal

- Betrieb des Wandlers mit der Strombegrenzung
- In der Funktion **R** wurde die Spannung am gemessenen Objekt festgestellt
- In den Funktionen $\mathbf{U_{AC}}$ oder $\mathbf{U_{DC}}$ ist die Eingangsspannung höher als 600 V

Langes Tonsignal (ca. 0,5 s)

- Drücken der im gegebenen Zeitpunkt nicht aktiven Taste für gewählte Messfunktion

Bestätigungssignale und andere:

Dauertonsignal

- Der Wert des mit der Niederspannung gemessenen Widerstands ist kleiner als 10 Ω

Langes Tonsignal (ca. 0,5 s)

- Ende der Zeitmessung T_1, T_2 oder T_3
- Bestätigung der Beendung des Löschprozesses des Messergebnis-Speichers
- Meldung des Selbstausschalten des Gerätes

Kurzes Tonsignal

- Bestätigt das Drücken der Taste; wird immer dann generiert, wenn das Messgerät die Tätigkeit ausführen kann, die dieser Taste zugeordnet ist
- Wenn es alle 5 Sekunden generiert wird, signalisiert es das Vorhandensein der Messspannung an den Klemmen des Messgeräts

Drei kurze Tonsignale

- Bestätigung der Speicherung des Messergebnisses in der laufenden Speicherzelle
- Bestätigung der Datenspeicherung des eingestellten Zeitintervallwerts T_1, T_2 oder T_3
- Bestätigung der Datenspeicherung des eingestellten Messspannungswerts

4.7 Leitungen und Leitungenden

Die Krokodil-Klemmen, die zusammen mit den Messleitungen geliefert werden, können sowohl auf die Bananen-Stecker, als auch auf die Prüfspitzen aufgesetzt werden.

Der Hersteller garantiert die Richtigkeit von Anzeigen nur unter Verwendung des Originalsteckers mit den angeschlossenen Leitungen.

WARNUNG:
Das Anschließen von ungeeigneten Leitungen, insbesondere von solchen, die für die Hochspannung nicht ausgelegt sind oder von nicht abgeschirmten Leitungen führt zum Hochspannungsschlag oder zu sehr großen Messfehlern.

5 Lagerung

Bei der Lagerung des Gerätes sollen nachfolgende Empfehlungen beachtet werden:

- vom Messgerät alle Leitungen abtrennen
- sich vergewissern, dass das Messgerät und Zubehör trocken sind,
- vor längerer Aufbewahrung laden Sie die Akkumulatoren auf und koppeln Sie sie ab. Der Ladezustand ist alle 6 Monate zu überprüfen. Wenn die Spannung der Akkumulatoren 8,8 V unterschreitet, sollten sie aufgeladen werden

6 Betriebsbeginn

Nach dem Kauf des Messgeräts soll:

- die Vollständigkeit des Verpackungsinhaltes geprüft werden,
- Akku geladen werden.

7 Bedienung

Man soll sich genau mit dem Inhalt dieses Kapitels vertraut machen, weil darin die Messschaltungen, Methoden der Ausführung von Messungen, sowie die Grundprinzipien der Auslegung von Ergebnissen beschrieben werden.

7.1 Vorbereitung des Messgeräts zum Betrieb

Bevor mit der Ausführung von Messungen begonnen wird :

- sich vergewissern, dass der Akkustand die Ausführung der Messungen erlaubt
- prüfen, ob die Isolation von Messleitungen nicht beschädigt ist

WARNUNG:
Um Störungen wirksam zu eliminieren, muss Frequenz des Netzes eingestellt werden (50Hz oder 60 Hz). Um 50Hz einzustellen, soll das Gerät mit der gleichzeitig gedrückten Taste 12 ▼ eingeschaltet werden. Um 60Hz einzustellen, soll das Gerät mit der gleichzeitig gedrückten Taste 11 ▲ eingeschaltet werden. Einstellung ist gespeichert bis zur nächsten Änderung.

WARNUNG:
Die Anwendung des Steckers mit Leitungen mit beschädigter Isolierung führt zum Hochspannungsschlag oder zu sehr großen Messfehlern.

WARNUNG:
Das Messgerät, das zu lange unter schlechten Bedingungen gelagert wurde (z.B. feucht geworden ist), darf nicht benutzt werden.

7.2 Versorgung des Messgeräts von Akkus

Das Messgerät wird mit einem Akkupaket und mit einem Ladegerät geliefert. Das Akkupaket wird im zum Unterteil des Messgerätegehäuses befestigten Fach angebracht.

Achtung:
Die Messgeräte aus der Reihe MIC-2500 arbeiten nur mit den Akkus im Paket Typ SONEL NiCd 9,6 V zusammen, das 8 Nickel-Kadmium-Zellen enthält. Die Akkus werden im nicht geladenen Zustand geliefert. Vor der Nutzung des Messgeräts sollen sie geladen werden.

WARNUNG:
Das Messgerät mit dem abgeschraubten Akku darf weder verwendet noch aus anderen Quellen als die in der vorliegenden Bedienungsanleitung genannte Quellen gespeist werden.

7.2.1 Austausch des Akkupakets

Achtung:
Vor dem Akkuaustausch soll der Stecker mit den Leitungen aus den Anschlüssen des Messgeräts, sowie die Leitung aus dem Anschluss des Ladegeräts gezogen werden.

WARNUNG:
Das Hinterlassen der Leitungen in den Anschlüssen während des Akkuaustausches kann zum Schlag mit der gefährlichen Spannung führen.

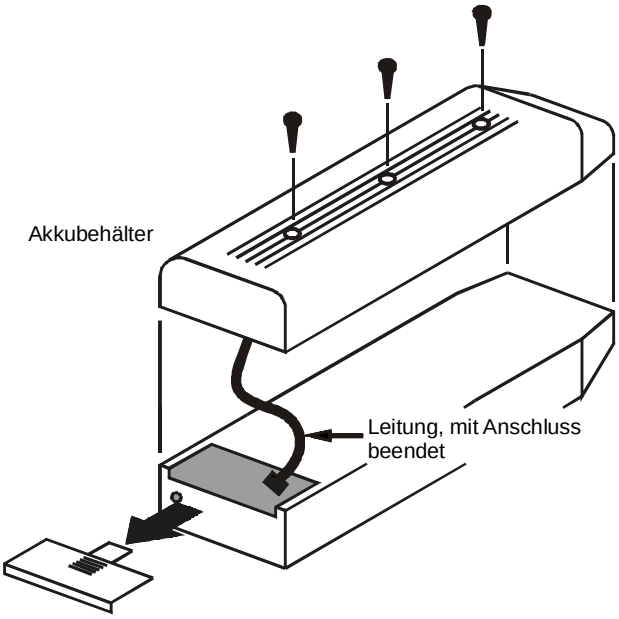


Abb. 4. Austausch des Akkupakets

Beim Austausch der Akkus muss immer der ganzer Set ausgetauscht werden - Paket SONEL NiCd 9,6 V.
Zwecks des Akkuaustausches :

- die Leitungen aus den Anschlüssen und die Leitung aus dem Anschluss des Ladegeräts ziehen und die Versorgung des Messgeräts ausschalten
- drei Befestigungsschrauben des Akkufachs am Unterteil des Messgerätgehäuses abschrauben
- Akkufach vorsichtig abnehmen, wobei achten, dass die Speiseleitungen nicht ausgerissen werden
- den Deckel im Unterteil des Gehäuses abnehmen, wobei er in der mit dem Pfeil markierten Richtung auszuschieben ist, und den Speisestecker aus dem im Messgerät montierten Anschluss ausziehen
- den Speisestecker des Fachs mit neuen Akkus anschließen und den abgenommenen Deckel einschieben
- Akkufach zum Unterteil des Messgerätgehäuses festschrauben.

7.2.2 Laden des Akkupakets

Der Anschluss 15, angebracht an der unteren Messgerätewand ermöglicht zyklisches Laden des inneren Akkus, ohne dass seine Herausnahme aus dem Gerät notwendig ist. Zwecks der Nachladung von Akkus, wird zum Anschluss 15 das Ladegerät (Adapter AC) angeschlossen, das ein Bestandteil des Standard-Sets ist.

WARNUNG:
Vor dem Einstecken des Steckers des arbeitenden Ladegeräts sollen vom Messgerät die Messleitungen abgetrennt werden.

ACHTUNG!
Bevor der Stecker des arbeitenden Ladegeräts eingesteckt wird, muss das Messgerät ausgeschaltet werden.

Das Einstecken des Steckers des Ladegeräts verursacht den Beginn des Ladeprozesses, der vom Messgerät überwacht wird. Das Einschalten des Messgeräts erfolgt selbständig beim Anschluss des Ladegeräts, unter der Bedingung, dass die Akkus nicht stark entladen oder beschädigt sind. Nach dem Einschalten des Messgeräts erscheint auf dem Display die Aufschrift 31 LAd und das Laden verläuft vollautomatisch und erfordert keine Überwachung. Die Ladezeit der völlig entladenen Zellen überschreitet nicht 18 Stunden. Die Aufschrift 32 FULL informiert über die Beendung des Akkuladens. Nach dem Abschalten des Ladegeräts schaltet sich das Messgerät selbständig aus.

Wenn stark entladene Akkumulatoren aufgeladen werden, kann in der ersten Phase mit Verzögerung die Meldung 31 LAd erscheinen, unter Umständen sogar nach ein paar Minuten nach Anschluss des Netzteils. In einem solchen Fall, wenn innerhalb von 30 Minuten ab Beginn des Aufladens die Meldung 32 FULL erscheint, starten Sie sofort den Aufladevorgang von neuem. Wenn die Meldung 31 LAd länger als 10 Minuten ab Beginn des Aufladevorgangs ausbleibt, weist dies auf eine Fehlfunktion der Akkumulatoren bzw. Beschädigung des Netzteils hin. Diese Störungen werden auch durch die Meldung 37 bAt nach dem Einschalten des Messgeräts signalisiert, wenn das Aufladen der Akkumulatoren mit der Meldung 32 FULL abgeschlossen wurde. In solchen Fällen sind die alten Akkumulatoren unbedingt durch neue zu ersetzen.

Die Akkumulatoren sind immer dann aufzuladen, wenn beim Betrieb des Messgeräts die Meldung 37 bAt erscheint sowie vorbeugend vor längeren Resistanzmessungen von Isolierungen. Es wird empfohlen, beim Betrieb des Messgeräts die Akkumulatoren alle 6 Monate zu entladen und wieder aufzuladen. Um sie zu entladen, lassen Sie das Messgerät mit der gesperrten automatischen Abschaltfunktion eingeschaltet, bis es sich durch die Entladung der Akkumulatoren selbst ausschaltet. Um die automatische Abschaltfunktion zu sperren, schalten Sie das Messgerät mit der Taste 5 ⏻ ein und halten Sie gleichzeitig die Taste 9 $T_{1,2,3}$ gedrückt. Die Meldung 35 noAOFF erscheint für ca. 2 Sekunden und signalisiert, dass die Sperre eingeschaltet wurde. Die automatische Abschaltfunktion wird beim Wiedereinschalten des Messgeräts mit der Taste 5 ⏻ automatisch entsperrt.

ACHTUNG!
Das externe Ladegerät (Adapter AC) ist ausschließlich zum Laden von Akkus in den Geräten MIC-1000 und MIC-2500 bestimmt.

ACHTUNG!
Es ist unzulässig, andere Ladegeräte zum Laden von Akkus zu verwenden.

ACHTUNG!
Der Anschluss des Ladegeräts (Adapter AC) an eine Spannung, die höher als 250V_{AC} ist, kann seine Beschädigung verursachen.

7.3 Bedingungen der Ausführung der Messung und der Erhalt von korrekten Ergebnissen

Zur richtigen Ausführung der Messung müssen einige Bedingungen erfüllt werden. Vom Messgerät wird die Messprozedur im Fall der Feststellung von Fehlern automatisch gestoppt:

Lage	Angezeigte Symbole und Warnsignale	Bemerkungen
Während der Messung des Isolationswiderstandes hat das Messgerät das Vorhandensein der Spannung am geprüften Objekt entdeckt: Gleichspannung oder Wechselspannung höher als 50 V. Während der Niederspannungs-Widerstandsmessung hat das Messgerät das Vorhandensein einer als 2 V höheren Spannung am geprüften Objekt entdeckt.	30 UdEt	Das Messgerät soll unbedingt vom geprüften Objekt getrennt werden!
Akkus sind entladen	37 bAt	
Der Messbereich wurde überschritten.	29 OFL oder UFL	Zweites Symbol erscheint bei der Wahl mit der Drucktaste 10 **SEL** der Anzeige des Leckstroms.

7.4 Messung des Isolationswiderstandes

ACHTUNG!
Das Anschließen des Messgeräts an die als 250 $V_{AC/DC}$ höhere Spannung kann seine Beschädigung verursachen.

WARNUNG:
Das gemessene Objekt kann nicht unter Spannung stehen.

WARNUNG:
Es ist unzulässig, die Messleitungen vor der Beendung der Messung abzutrennen. Das führt zum Hochspannungsschlag und verhindert die Entladung des geprüften Objektes.

Achtung:
Während der Messung, besonders von großen Widerständen, soll gesorgt werden, dass sicht nicht die Messleitungen und Sonden (Krokodil-Klemmen) miteinander berühren, weil infolge des Oberflächenstromdurchganges das Messergebnis mit einem zusätzlichen Fehler belastet werden kann.

Achtung:
Nach dem Einschalten des Geräts mit der Drucktaste **5** ⏻ und der Einstellung der Messfunktion $\mathbf{R_{ISO}/I_L}$, befindet sich das Gerät im Spannungsmessungs-Modus.

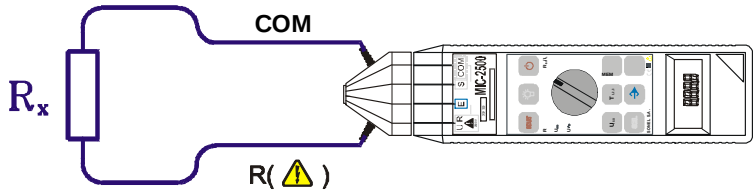


Abb. 5. Messung des Isolationswiderstandes

7.4.1 Allgemeine Beschreibung

Das Gerät misst den Isolationswiderstand, wobei auf den geprüften Widerstand R_X die Messspannung U angelegt wird und der dadurch fließende Strom I, kontrolliert von dem Anschluss **1** **U R**, gemessen wird. Bei der Berechnung des Wertes des Isolationswiderstandes, benutzt das Messgerät die technische Methode der Widerstandsmessung (R_X=U/I). Die Messspannung wird unter den Werten von 50 bis 1000 V (im Messgerät MIC-2500 do 2500V) mit Schritt von 10 V gewählt.

Der Ausgangsstrom des Wandlers wird auf den Wert von 1,2 mA begrenzt. Das Einschalten der Strombegrenzung wird mit dem Dauertonsignal gemeldet. Das Messergebnis ist dann richtig, aber es tritt auf den Messklemmen die Messspannung auf, die niedriger ist, als die vor der Messung gewählte Spannung. Besonders oft kann die Strombegrenzung in der ersten Messphase infolge des Kapazitätsladens des geprüften Objektes auftreten.

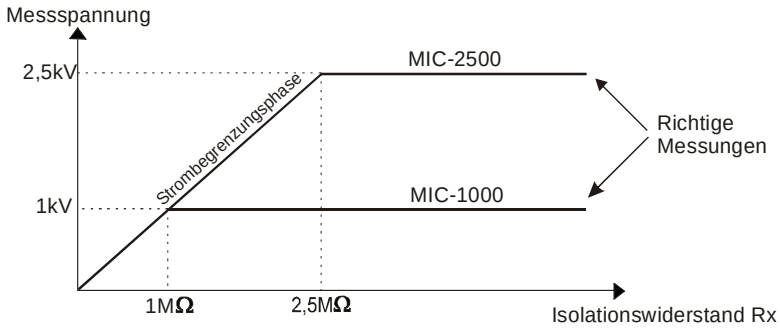


Abb. 6. Ist-Messspannung als die Funktion des gemessenen Isolationswiderstandes R_X (für die maximale Messspannung)

Die Betätigung der Messung erfolgt nach dem längerem Drücken der Drucktaste 6 **START**. Auf dem Display erscheint das Symbol 23 ⚠, das über das Vorhandensein der Messspannung an den Anschlüssen des Messgeräts informiert. Solange die Spannung 90 % des eingestellten Wertes nicht erreicht, (wie auch nach der Überschreitung von 110 %), wird vom Messgerät das Dauertonsignal generiert.

WARNUNG:
Bei den Messungen des Isolationswiderstandes tritt an den Enden der Messleitungen des Messgeräts MIC-1000 gefährliche Spannung bis 1 kV auf.
Bei den Messungen des Isolationswiderstandes tritt an den Messleitungsschuhen des Messgeräts MIC-2500 gefährliche Spannung bis 2,5 kV auf.

ACHTUNG!
Das Anzeigen der Aufschrift UdEt informiert darüber, dass das geprüfte Objekt unter Spannung steht. Die Messung wird blockiert. Das Messgerät soll vom Objekt unverzüglich getrennt werden. Die Messung ist möglich (jedoch ohne garantierte Genauigkeit), wenn der Wert der Wechselspannung oder der Gleichspannung am Objekt in den Grenzen 20...50 V liegt. Auf dem Zusatzfeld des Displays, wechselnd mit dem Wert der Spannung des Wandlers wird im diesen Fall das Symbol 42 Er4 angezeigt.

Nach dem Loslassen der Drucktaste 6 **START** wird die Messung unterbrochen. Damit die Drucktaste 6 **START** während der Messung nicht gedrückt zu halten ist, soll nach ihrem Drücken die Taste 11 ▲ gedrückt werden. Dann kann die Messung vor dem Ablauf des ganzen Messzyklus durch das erneute Drücken und Festhalten der Drucktaste 6 **START** beendet werden.

Achtung:
Das Einschalten der Aufrechterhaltung des Messzyklen mit der Drucktaste **11** ▲ wird gemeldet:
- mit der kurzen Pause im Tonsignal, wenn die Messspannung 90 % nicht erreicht oder 110 % des eingestellten Wertes überschritten hat
- mit dem kurzen Tonsignal, wenn die Messspannung zwischen 90 % und 110 % des eingestellten Werts liegt.

Vom Messgerät wird einer der sieben Messbereiche selbständig gewählt.

Während der Messdauer kann mit der Drucktaste **10** **SEL** die Anzeige des Leckstromwertes statt des Widerstandswertes bekommen werden. Der Messzyklus endet, wenn alle eingestellten Zeiten gemessen werden. Die Beendung der Messung wird mit drei kurzen Tönen und dem Erlöschen des Symbols **23** ⚠ gemeldet. Auf dem Hauptablesefeld **17** wird der Wert des Isolationswiderstandes angezeigt, gemessen für die letzte eingestellte Zeit, und auf dem Zusatzablesefeld **18** der ihm entsprechende Mnemonik **39**.

Nach der manuellen Beendung der Messung bleibt auf dem Display der Widerstandswert, gemessen kurz vor der Beendung der Messung.

Nach der automatischen oder manuellen Beendung der Messung erfolgt das Kurzschließen der Klemmen **1** **U R** und **2** **COM** über den Widerstand 100 kΩ, was die Entladung der Kapazität des gemessenen Objektes sichert.

Achtung:
Wenn nach 60 Sekunden vom Drücken der Drucktaste **6** **START** die Messspannung den eingestellten Wert nicht erreicht (zu kleiner Isolationswiderstand), wird die Messung beendet und auf dem Hauptablesefeld **17** wird die Aufschrift **36** HiLE angezeigt (zu großer Leckstrom), die auch als Messergebnis gespeichert werden kann. Diese Aufschrift erscheint auch dann, wenn während der Messung die Isolation durchbricht. Es werden jedoch die Messergebnisse (und nicht HiLE) gespeichert, die man abrufen kann.

Achtung:
Elektrische Entladungen in der beschädigten Isolation, wie auch die Funkenbildung zwischen dem Ende der Prüfspitze und dem gemessenen Objekt können eine Quelle starker elektromagnetischen Störungen bilden. Diese Störungen können den fehlerhaften Betrieb der sich in der Nähe befindlichen elektronischen Geräte, wie auch des Messgeräts selbst, zur Folge haben. Deshalb ist es notwendig, die Enden der Messleitungen am gemessenen Objekt vor dem Drücken der Drucktaste **6** **START** genau anzuschließen.

Nach der Beendung der Messung ist es möglich, vom Speicher des Messgerätes den Wert des gemessenen Isolationswiderstandes der nach der Zeit T_1 (R_{T1}), T_2 (R_{T2}) und T_3 (R_{T3}), der berechneten Absorptionskoeffizienten (Ab1=R_{T2}/R_{T1} i Ab2=R_{T3}/R_{T2}) und der Messspannung abzurufen.

Achtung:
Die gespeicherten Werte R_{T2} und/oder R_{T3} (und damit auch berechnete Werte der Absorptionskoeffizienten) werden vom Speicher im Fall der Änderung der Stellung des Funktionsdrehschalters oder der erneuten Zeitabmessung T_1 und/oder T_2 gelöscht.

7.4.2 Ablesen von Messergebnissen

Das Ablesen der einzelnen Komponenten des Messergebnisses ermöglicht die Drucktaste **10 SEL**. Ein weiteres Drücken dieser Taste verursacht das Anzeigen von Messergebnissen (des Widerstandes), der Absorptionskoeffizienten und der zuletzt eingestellten Messspannung in der Sequenz: $R_{T3}\rightarrow R_{T2}\rightarrow R_{T1}\rightarrow$Ab1$\rightarrow$Ab2$\rightarrow U_{ISO}\rightarrow R_{T3}$...usw., beginnend vom zuletzt gemessenen Widerstandswert. Auf dem Zusatzablesefeld **18** wird ein Mnemonik angezeigt, der der angezeigten Komponente entspricht.

Die Anzeige des Symbols **34** **----** statt des Wertes des Absorptionskoeffizienten bedeutet, dass entsprechende Widerstände nicht gemessen wurden. Keine Anzeige von R_{T3} oder R_{T2} und R_{T3} bedeutet, dass diese Widerstände nicht gemessen wurden.

Im Fall der Nichtbeendung der Prozedur des Ablesens von Ergebnissen geht das Messgerät nach dem Ablauf von 3 Sekunden vom letzten Drücken der Drucktaste **10 SEL** automatisch zum Spannungsmessungs-Modus über.

Achtung:
Im Fall des Anzeigens des Messergebnisses der Niederohmwiederstände (beim Drehschalter **7** in der Stellung **R**) funktioniert die Drucktaste **10 SEL** nicht, der Bargraf **19** wird auch nicht angezeigt.

7.4.3 Wahl der Messspannung

Vor dem Beginn der Messung des Isolationswiderstandes soll der gewünschte Wert der Messspannung eingestellt werden. Zu diesem Zweck:

- die Drucktaste **8** $\mathbf{U_{ISO}}$ drücken. Auf dem Hauptablesefeld **17** wird der zuletzt gewählte Spannungswert angezeigt. Zweites Drücken (erfolgt vor dem Ablauf von 3 Sekunden) der Drucktaste **8** $\mathbf{U_{ISO}}$ verursacht den Sprung zum nächsten vordefinierten Spannungswert. Weiteres Drücken verursacht den Sprung zu weiteren vordefinierten Spannungswerten in der Sequenz: 100 V $\rightarrow$ 250 V $\rightarrow$ 500 V $\rightarrow$ 1000 V $\rightarrow$ 2500 V $\rightarrow$ 100 V (bei MIC-1000: 100 V $\rightarrow$ 250 V $\rightarrow$ 500 V $\rightarrow$ 1000 V $\rightarrow$ 100 V);

  wenn ein anderer Wert als der vordefinierte Wert erforderlich ist:
- eine der vordefinierten Spannungswerte wählen
- den gewünschten Spannungswert mit Drucktasten **11** ▲ und **12** ▼ wählen

  Die Bestätigung (Speicherung von Einstellungen) erfolgt automatisch nach 3 Sekunden vom letzten Drücken einer der Drucktasten: **8** $\mathbf{U_{ISO}}$, **11** ▲ oder **12** ▼. Dies wird mit drei kurzen Tonsignalen gemeldet, dann geht das Gerät zum Spannungsmessungs-Modus über.

Nach dem Beginn der Messung des Isolationswiderstandes mit der Drucktaste **6** **START**, wird der Wert der Messspannung in [kV] auf dem Nebenablesefeld **18** angezeigt.

7.4.4 Messung der Absorptionskoeffizienten

Das Gerät ermöglicht automatische Berechnung von zwei Absorptionskoeffizienten aufgrund der nach den Zeiten T_1, T_2 i T_3 vom Beginn der Messung gemessenen Widerstände. Diese Zeiten werden während des Messzyklen des Isolationswiderstandes gemessen. Das Ende der Messung von Zeiten wird vom längeren Tonsignal gemeldet, das ca. eine halbe Sekunde dauert, sowie durch die Anzeige vom Mnemonik **39** t1, t2 oder t3. Mit der Beendung der Messung einer gegebenen Zeit wird der aktuelle Wert des Isolationswiderstandes gespeichert, bezeichnet als R_{T1}, R_{T2} oder R_{T3} (je nachdem, welche der Zeiten abgemessen wurde). Die Absorptionskoeffizienten werden als: Ab1=R_{T2}/R_{T1} und

Ab2=R_{T3}/R_{T2} berechnet. Zusätzlich, während der Dauer des Messzyklen emittiert der Summer je fünf Sekunden ein kurzes, einfaches Signal, Dank dessen es möglich ist, die Zeitverhalten des Widerstandes der geprüften Isolation aufzunehmen.

Die Werte der Zeiten T_1, T_2 i T_3 werden werksseitig entsprechend auf: 15 s, 60 s und T_3 – unaktiv, eingestellt.

Um die Absorptionskoeffizienten für andere Zeiten T_1, T_2 und T_3 zu berechnen, sollen ihre Soll-Werte vom Bereich 1...600 Sekunden eingestellt werden, wobei man daran denken muss, dass die Bedingung: $T_1<T_2<T_3$ einzuhalten ist. Zu diesem Zweck:

- die Drucktaste [9] **$T_{1,2,3}$** drücken. Auf dem Zusatzablesefeld [18] erscheint der Mnemonik [39] t1 , welcher bedeutet, dass der Wert T_1 (angezeigt auf dem Hauptablesefeld [17]) eingestellt werden kann.
- den gewünschten Wert T_1 mittels den Drucktasten [11] ▲ und [12] ▼ einstellen,
- die Drucktaste [9] **$T_{1,2,3}$** drücken. Das ermöglicht die Einstellung der Zeit T_2 (es wird der Mnemonik [39] t2 angezeigt).
- Den gewünschten Wert T_2 mittels den Drucktasten [11] ▲ und [12] ▼ einstellen
- Die Drucktaste [9] **$T_{1,2,3}$** drücken. Das ermöglicht die Einstellung der Zeit T_3 (es wird der Mnemonik [39] t3 angezeigt).
- Den gewünschten Wert T_3 mittels den Drucktasten [11] ▲ und [12] ▼ einstellen
- Eingestellte Werte T_1, T_2 i T_3 durch erneutes Drücken der Drucktaste [9] **$T_{1,2,3}$** bestätigen. Das Messgerät geht zum Spannungsmessungs-Modus über.

Wenn nur der Wert eines Absorptionskoeffizienten erforderlich ist, soll mit der Einstellung der Zeit T_3 sein Wert mit der Drucktaste [12] ▼ verringert werden, bis auf dem Hauptablesefeld [17] das Symbol [34] ---- angezeigt wird. In diesem Fall wird die Zeit T_3 nicht abgemessen. Im Fall der Nichteinstellung (das Anzeigen des Symbols [34] ----) der Zeit T_2 ist die Einstellung der Zeit T_3 nicht möglich, und vom Gerät wird der Absorptionskoeffizient nicht ausgerechnet.

7.4.5 Messung mit der Dreianschluss-Methode

Zwecks der Eliminierung des Einflusses von Oberflächenwiderständen in Transformatoren, Kabeln, usw. wird die Dreianschluss-Messung verwendet. Zum Beispiel:

- Bei der Messung des Zwischenwicklungswiderstandes des Transformators, wird der Anschluss [4] **E** des Messgeräts mit dem Gehäuse des Transformators verbunden:

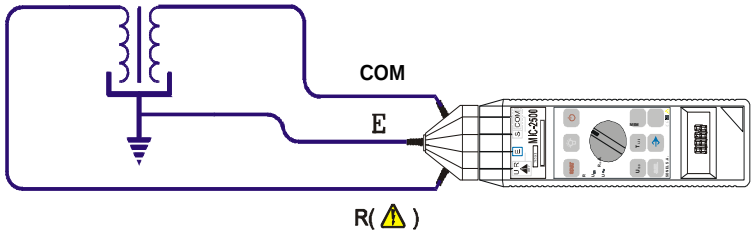


Abb. 7. Messung des Isolationswiderstandes des Transformators mit der Dreianschluss-Methode

- Bei der Messung des Isolationswiderstandes des Kabels zwischen einer der Kabelader und dem Kabelmantel, wird der Einfluss von Oberflächenwiderständen (wesentlich unter den schwierigen Witterungseinflüssen) e-

liniert, wobei ein Stück der Metallfolie, aufgewickelt auf die Isolation der gemessenen Ader mit dem Anschluss **4** **E** des Messgeräts verbunden wird:

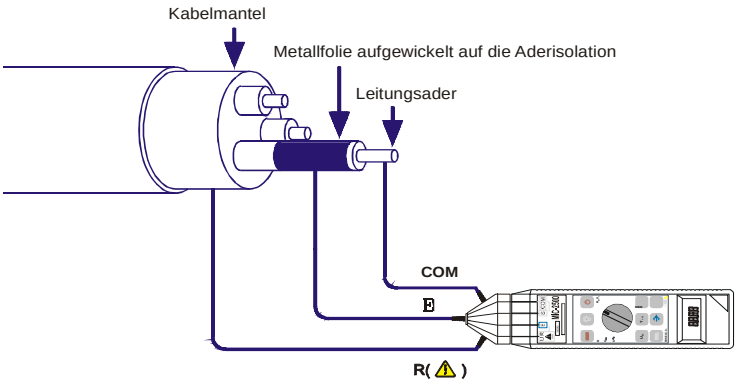


Abb. 8. Messung des Isolationswiderstandes des Kabels mit der Dreianschluss-Methode

Ähnlich wird während der Messungen des Isolationswiderstandes zwischen zwei Kabeladern vorgegangen, wobei an den Anschluss **4** **E** sonstige Adern anzuschließen sind, die an der Messung nicht beteiligt sind.

7.4.6 Bargraf

Der im oberen Teil des Displays sichtbare Bargraf **19** (Leuchtlineal) dient zur Beobachtungserleichterung von Widerstandsänderungen des geprüften Objektes während der Messung. Der Bargraf ist logarithmisch skaliert. Die Anzeige aller Segmente bildet den Wert des gemessenen Widerstandes von ca. 400 GΩ. Zugleich informiert die Anzeige des Elements ▶ im Messgerät MIC-2500, dass der gemessene Wert mehr als 400 GΩ beträgt. Die Anzeige des Elements ▶ bei den ausgeschalteten Linealsegmenten bedeutet Durchbruch des Messkreises.

7.5 Gleichspannungs-Messung

ACHTUNG!
Das Anschließen an das Messgerät einer höheren Spannung als 600 $V_{AC/DC}$ kann dessen Beschädigung verursachen.

Um die Gleichspannung zu messen, soll der Funktionsdrehschalter **7** in die Stellung **U_{DC}** eingestellt werden.

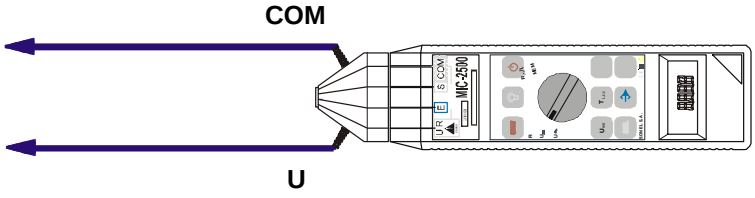


Abb. 9. Gleichspannungs-Messung

7.6 Wechselspannungs-Messung

ACHTUNG!
Das Anschließen an das Messgerät einer höheren Spannung als 600 $V_{AC/DC}$ kann dessen Beschädigung verursachen.

Um die Wechselspannung zu messen, soll der Funktionsdrehschalter 7 in die Stellung **U_{AC}** eingestellt werden. Das angezeigte Symbol 22 ∿ informiert über die Messung von Wechselspannungen.

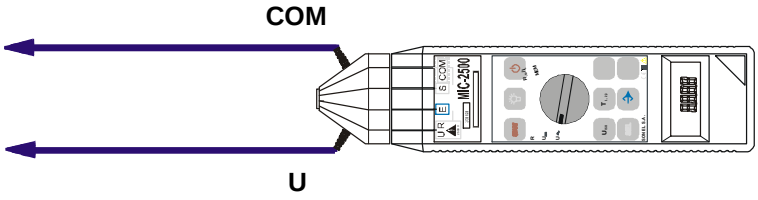


Abb. 10. Wechselspannungs-Messung

7.7 Niederspannungs-Widerstandsmessung

ACHTUNG!
Das Anschließen an das Messgerät einer höheren Spannung als 600 $V_{AC/DC}$ kann dessen Beschädigung verursachen.

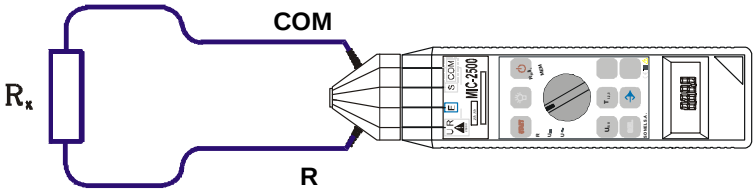


Abb. 11. Niederspannungs-Widerstandsmessung

Der Spannungsabfall auf dem gemessenen Widerstand überschreitet nicht 11 V. Der große Messstrom bis 200 mA ermöglicht die Durchgangsprüfung von Stromkreisen. Wenn der Wert des gemessenen Widerstandes R_X kleiner als 10 Ω ist, generiert das Messgerät Dauertonsignal (Funktion des Kurzschlusstests).

Achtung:
Die Anwesenheit auf den Messgerätanschlüssen der vom geprüften Objekt kommenden Spannung unermöglicht die Messung, wobei das Anzeigen der Aufschrift 30 UdEt erfolgt.

7.8 Messwertspeicher

Die Messgeräte MIC-1000 und MIC-2500 sind mit dem Speicher von 999 Messergebnissen des Isolationswiderstandes oder der kleinen Widerstände ausgestattet, die mit der Niederspannungsmethode gemessen werden. Die Speicherstelle, in der einzelnes Ergebnis gespeichert wird, ist Speicherzelle. Jedes Ergebnis kann in der Zelle mit der gewählten Nummer gespeichert werden. Dank dessen kann der Benutzer des Messgeräts nach eigenem Ermessen die Zellennummern den einzelnen Messpunkten zuordnen, die Messungen in der beliebigen Reihenfolge durchführen und sie ohne Verlust der sonstigen Daten wiederholen.

Der Messwertspeicher wird nach dem Ausschalten des Messgeräts **nicht gelöscht**. Dank dessen können die Messwerte später abgelesen bzw. zum Computer übertragen werden. Der Änderung unterliegt auch keine Nummer der laufenden Zelle.

Es wird empfohlen, den Speicher nach der Datenablesung oder vor der Durchführung der neuen Messserie zu löschen. Die neuen Messwerte können dann in denselben Zellen wie vorherige gespeichert werden.

Im Fall des Isolationswiderstandes werden im Speicher des Geräts alle Komponenten des Messergebnisses gespeichert, d.h. Widerstände R_{T1}, R_{T2} und R_{T3}, Absorptionskoeffizienten Ab1 und Ab2, wie auch die Messspannung. Die Hauptkomponente des Messergebnisses ist der Wert des Isolationswiderstandes, gemessen nach dem Ablauf der zuletzt eingestellten Zeit.

7.8.1 Speichern der Messergebnisse

Das Speichern des Ergebnisses ist nur dann möglich, wenn vom Gerät das Ergebnis der letzten Messung oder, im Fall des Isolationswiderstandes, eine seiner Komponente, die mit der Drucktaste **10** **SEL** gewählt wird, angezeigt wird. Um das Messergebnis zu speichern:

- Den Speicher-Modus einschalten, wobei die Drucktaste **13** ⇨ gedrückt wird. Auf dem Zusatzablesefeld **18** des Displays erscheint die Nummer der laufenden Zelle, es wird auch das Symbol **24** MEM angezeigt. Die Anzeige des Widerstandswertes bedeutet, dass in dieser Zelle irgendein Messergebnis gespeichert ist.
- Mit den Drucktasten **11** ▲ oder **12** ▼ eine entsprechende Speicherzelle wählen.
  Das angezeigte Symbol **26**. . . bedeutet eine freie Zelle.

Achtung:
Im Speicher-Modus können die Zellennummern auf und ab abgerufen werden, wobei die Zelle mit der Nummer 000 übersprungen wird.

Achtung:
Die Eintragung des Messergebnisses in eine besetzte Zelle verursacht den Verlust der vorherigen Eintragung.

- Das Ergebnis zur laufenden Zelle eintragen, wobei die Drucktaste **13** ⇨ gedrückt wird. Die Eintragung wird mit der vorübergehenden Anzeige des Symbols **25** [ ] sowie mit drei kurzen Tonsignalen gemeldet, danach kehrt das Messgerät zum Spannungsmessungs-Modus zurück.

Achtung:
Nach dem Ausschalten des Messgeräts und nach dem erneuten Einschalten ist das Speichern des Ergebnisses der letzten Messung R_{ISO} laut der obengenannten Prozedur möglich, unter der Bedingung, dass die Stellung des Drehschalters nicht geändert wurde. Mittels der Drucktaste 10 SEL können auch die Komponenten dieses Ergebnisses angeschaut werden.

7.8.2 Ablesen der gespeicherten Ergebnisse

Um die gespeicherten Messergebnisse abzulesen, soll der Funktionsdrehschalter **7** in die Stellung **MEM** eingestellt werden. Auf dem Nebenablesefeld **18** wird die Nummer der laufenden Zelle, und auf dem Feld **17** die Hauptkomponente des Messergebnisses angezeigt. Es wird auch das Symbol **24** MEM angezeigt. Mit den Drucktasten **11** ▲ oder **12** ▼ kann die Nummer der Zelle gewählt werden, deren Inhalt wir abrufen wollen. Einzelne Komponenten des Messergebnisses können abgerufen werden, wobei man dieselbe Prozedur, wie beim Abrufen der Komponenten des laufenden Ergebnisses (siehe 7.4.2) verwendet. Nach 3 Sekunden vom Drücken irgendeiner aktiven Drucktaste erfolgt automatischer Rückgang zur Anzeige der Hauptkomponente des Ergebnisses und der Zellennummer.

7.8.3 Löschen des Speicherinhaltes

Im Speicherablese-Modus (siehe 7.8.2) hat die Zelle mit der Nummer 000 besondere Bedeutung. Das Messergebnis kann darin nicht gespeichert werden, aber ihre Wahl verursacht das Erlöschen des Hauptablesefeldes **17** des Displays. Das Drücken der Drucktaste **13** → verursacht die Anzeige auf dem Hauptablesefeld **17** der Aufschrift **27** dEL, was die Bereitschaft des Messgeräts zum Löschen des Speichers signalisiert.

Das Gerät beginnt mit dem Löschen des Speichers der Messergebnisse nach dem erneuten Drücken der Drucktaste **13** →. Während des Löschens erscheinen auf dem Display die Nummern der nächsten gelöschten Zellen. Nach dem Löschen aller Zellen werden vom Gerät drei kurze Schallsignale generiert und dann kehrt es zum Speicherablese-Modus zurück.

Achtung:
Im Speicherabruf-Modus können die Nummern der Zellen immer wieder auf und ab abgerufen werden, einschließlich der Zelle mit der Nummer 000.

Achtung:
Das Löschen des Speichers verursacht den unumkehrbaren Verlust von gespeicherten Messergebnissen. Die Löschzeit des Speichers überschreitet nicht 2 Minuten.

7.8.4 Speichern der Messergebnisse der Kabel

Die Messgeräte MIC-1000 und MIC-2500 ermöglichen die Zusammenarbeit mit dem Programm „SONEL PE", das die Archivierung von Ergebnissen der Elektromessungen und ihre Verarbeitung erleichtert. Um mit Hilfe dieses Programms automatische Übertragung der Messergebnisse von Starkstrom- und Steuerkabeln vom Speicher des Messgeräts zum Protokoll zu ermöglichen, wurde auf spezielle Weise der Speicher des Messgeräts organisiert. Es ist auch notwendig, die Messergebnisse laut den mit diesem Programm übereinstimmenden Algorithmen einzutragen. Diese Algorithmen (Reihenfolge der einge-

tragenen Messergebnisse zwischen einzelnen Adern) für verschiedene Kabelarten und Messungsmethoden sind wie folgt:

1. Mehrleiter-Steuerkabel zur Masse (PE oder PEN):

Z1 – PE, Z2 – PE,..., Zn-1 – PE, Zn – PE

2. Mehrleiter-Steuerkabel - genau:

Z1 – Z2, Z1 – Z3,..., Z1 – Zn, Z2 – Z3, Z2 – Z4,..., Z2 – Zn,..., Zn-1 – Zn,
Z1 – PE, Z2 - PE,..., Zn-1 – PE, Zn – PE

3. Mehrleiter-Steuerkabel - angrenzende:

Z1 – Z2, Z2 – Z3, Z3 – Z4,..., Zn-1 – Zn, Zn – Z1

4. 2-Leiter-Starkstromkabel :

L1 – N

5. 3-Leiter-Starkstromkabel :

L1 – PE, L1 – N, PE – N

6. 4-Leiter-Starkstromkabel

L1 – L2.3, L2 – L1.3, L3 – L1.2,
L1 – PEN, L2 – PEN, L3 – PEN

7. 5-Leiter-Starkstromkabel

L1 – L2.3, L2 – L1.3, L3 – L1.2,
L1 – N, L2 – N, L3 – N,
L1 – PE, L2 – PE, L3 – PE,
PE – N

Um im Messgerät die Messergebnisse mehrerer Kabel zu speichern:

- den Speicherinhalt, wenn es erforderlich ist, löschen (siehe 7.8.3),
- die Anfangszelle mit der Nummer 001 oder auf 1 endenden Nummer wählen
- die Messergebnisse des ersten Kabels laut dem gewählten Algorithmus (siehe 7.8.1) speichern
- zur Speicherung des letzten Messergebnisses des ersten Kabels die Drucktaste **9** $\mathbf{T_{1,2,3}}$ verwenden; es erfolgt die Einstellung der Marke, von der die Messergebnisse des ersten Kabels von den Messergebnissen des nächsten Kabels getrennt werden, und als laufende Nummer wird die nächstliegende, auf 1 endende Zellennummer eingestellt
- die Messergebnisse der nächsten Kabel speichern, wobei die Verwendung der Drucktaste **9** $\mathbf{T_{1,2,3}}$ bei der Speicherung des letzten Messergebnisses jedes Kabels nicht vergessen werden darf.

7.9 Datenübertragung zum Computer

7.9.1 Zubehörpaket für die Zusammenarbeit mit Computer

Für die Zusammenarbeit des Messgeräts mit dem Computer ist das Zusatzzubehörpaket notwendig: Leitung zur Serienübertragung und entsprechende Software. Wenn dieses Paket zusammen mit dem Messgerät nicht erworben wurde, kann man es beim Hersteller oder beim autorisierten Händler erwerben.

Ausführliche Informationen über Software sind beim Hersteller und bei Händlern erhältlich.

7.9.2 Verbindung des Messgeräts mit Computer

- Die Leitung zum Serienport (RS-232) des Computers und zum Messgerät anschließen, wobei ihr Stecker in die Anschlüsse des Geräts (laut der Zeichnung 12) so eingesteckt wird, damit die charakteristischen Kerben sich oben am Stecker befinden.
- Programm starten.
- Den Datenübertragungs-Modus einschalten, wobei das Gerät mit der Drucktaste **5** ⏻ mit der gleichzeitig gedrückten Drucktaste **13** ➔ eingeschalten, bis auf dem Display die Aufschrift **28** r5 erscheint. Das Messgerät bleibt im Datenübertragungs-Modus bis zum Ausschalten der Energieversorgung.
- Programmbefehle folgen.

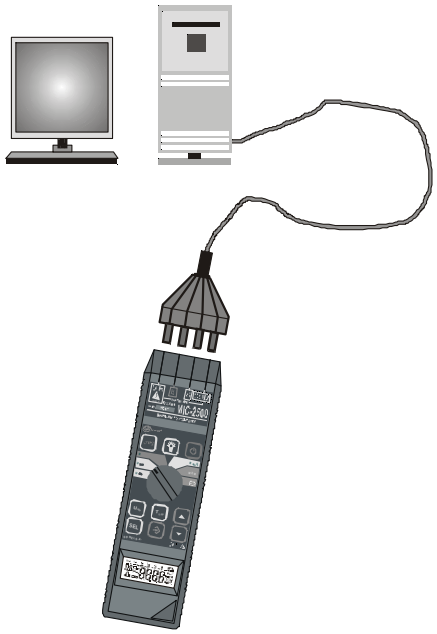


Abb. 12. Verbindung der Schnittstelle mit dem Messgerät

8 Lösung von Problemen

8.1 Die vom Messgerät angezeigten Warnungen und Informationen

Die Messgeräte MIC-1000 und MIC-2500 signalisieren auf dem Display die Warnzustände, die mit der Funktion des Messgeräts bzw. mit den mit dem Messprozess gebundenen Außenbedingungen verbunden sind.

8.1.1 Überschreitung des Messbereiches

Angezeigtes Symbol	Ursache	Vorgang
OFL	Der gemessene Isolationswiderstand ist größer als 1100 GΩ (110 GΩ für MIC-1000), die gemessene Spannung höher als 600 V oder der mit der Niederspannung gemessene Widerstand höher als 400 Ω	
UFL	Der Leckstrom, der dem gemessenen Isolationswiderstand höher als 1100 GΩ entspricht (110 GΩ für MIC-1000)	

8.1.2 Informationen, die mit dem geprüften Objekt in Verbindung stehen

Angezeigtes Symbol	Ursache	Vorgang
UdEt	Bei der eingeschalteten Funktion der Niederspannungs-Widerstandsmessung, steht das geprüfte Objekt unter Spannung, die höher als 2 V ist. Bei der eingeschalteten Funktion der Messung des Isolationswiderstandes, steht das Objekt unter der Gleichspannung, die höher als 50 V ist.	Das Messgerät abtrennen und die Spannung vom geprüften Objekt beseitigen
Erd - mit dem Spannungswert des Wandlers abwechselnd	Bei der eingeschalteten Funktion der Messung des Isolationswiderstandes, steht das Objekt unter Wechselspannung oder Gleichspannung mit dem Wert im Bereich von 20...50 V.	Messungen des Isolationswiderstandes möglich, aber ohne garantierter Genauigkeit

8.1.3 Informationen über den Akkustand

Angezeigtes Symbol	Ursache	Vorgang
bAt	Akkus sind entladen	Akkus laden

8.2 Meldungen über infolge der Selbstkontrolle entdeckte Fehler

Wenn infolge der Selbstkontrolle vom Gerät das Auftreten von Fehlern festgestellt wird, wird vom Gerät der normale Betrieb unterbrochen und es erscheint die Fehlermeldung. Es können folgende Meldungen erscheinen:

E 10 - Ablese- oder Speicherfehler bei Ergebnissen und Einstellungen
E88 - Fehler der Kontrollsumme
Er5 - Fehler der Serienschnittstelle RS232 (die Ziffer zeigt die Fehlerart)

Die Meldung der Fehleranzeige kann durch die vorübergehende Beeinflussung durch Außenfaktoren verursacht werden. Infolge dessen soll das Gerät ausgeschaltet und erneut eingeschaltet werden. Wenn sich das Problem wiederholt, soll das Messgerät zum Service übergeben werden.

8.3 Bevor das Messgerät zum Service übergeben wird

Bevor Sie das Gerät zur Reparatur schicken, rufen Sie bitte den Kundendienst an, vielleicht erweist sich dann, dass das Messgerät nicht beschädigt ist, und das Problem aus einem anderen Grund aufgetreten ist.

Die Behebung der Beschädigungen des Messgeräts kann nur in den vom Hersteller anerkannten Stellen durchgeführt werden.

Empfohlenes Vorgehen in manchen Situationen, die während der Benutzung des Messgeräts auftreten können:

SYMPTOM	URSACHE	VORGANG
Das Messgerät lässt sich mit der Drucktaste ⏻ nicht einschalten.	Entladene Akkus	Akkus laden. Wenn die Situation sich nicht ändert, das Messgerät zum Service übergeben
Erscheint das Symbol bAt		
Undeutliche und zufällige Anzeige von Segmenten des Displays		
Das Messgerät schaltet sich während des Vortestes aus		
Das Messgerät lässt sich mit der Drucktaste ⏻ nicht ausschalten.	Eingesteckter Stecker des Ladegeräts zur Akkuladung	Das Ladegerät abschalten. **Die Benutzung des vom externen Ladegerät gespeisten Messgeräts ist unzulässig**
Das Messgerät schaltet sich selbständig nicht aus	Blockierte Funktion der Selbstausschalten	Das Messgerät mit der Drucktaste ⏻ ausschalten und erneut einschalten
Messfehler nach der Übertragung des Messgeräts aus der kalten zur warmen Umgebung mit hoher Feuchtigkeit	Keine Akklimatisierung	Keine Messungen bis zur Erwärmung des Messgeräts auf Umgebungstemperatur (ca. 30 Minuten) durchführen

SYMPTOM	URSACHE	VORGANG
Unstabiles Ergebnis während der Messungen des Isolationswiderstandes	Störungen am gemessenen Objekt	Störungsquelle beseitigen
	Beschädigte Messleitungen	Leitungen wechseln
	Ableitung durch die Oberflächenwiderstände	Dreianschluss-Messung verwenden
Zu niedriger R_{ISO}-Wert während der Messung auf demselben Objekt, zuerst mit der höheren, dann mit der niedrigeren Spannung	Typische physikalische Erscheinung: Beeinflussung der früheren Polarisierung von elektrischen Dipolen im Dielektrikum	Einige Minuten abwarten und die Messung erneut durchführen
In der Funktion **R_{ISO}/I_L** wird vom Messgerät ein Dauertonsignal mit kurzen Unterbrechungen generiert	Beschädigte Isolation des geprüften Objektes; die Messspannung unterscheidet sich von der eingestellten Spannung um mehr als 10 %	Messungen beenden - - Isolation des gemessenen Objektes wurde beschädigt Wenn sich die Situation für ein anderes gemessenes Objekt wiederholt, soll das Messgerät zum Service übergeben werden
Während der Messung des Isolationswiderstandes wird der Betrieb des Messgeräts gestört (z.B. Selbstausschalten erfolgt zu früh)	Beschädigte Isolation des untersuchten Objektes; Durchschläge oder Funken im geprüften Objekt	
Nach dem Drücken der Drucktaste **START** wird vom Summer ein Dauertonsignal generiert	Die Strombegrenzung hat während der Umladung der Kapazität des gemessenen Objektes angesprochen	Einige bis mehr als zehn Sekunden abwarten, die Messung dabei nicht unterbrechen
Beschädigung der Messleitung	Bruch, Ab- oder Ausreißen der Leitung von dem Leitungsschuh	Leitung wechseln
Nach dem Anschließen des Ladegeräts zur Akkuladung, Diode 16 leuchtet nicht auf	Stark entladene Akkus	Wenn nach 10 Minuten vom Anschließen des Ladegeräts die Diode nicht aufleuchtet, sind die Akkus nicht funktionsfähig (wechseln)
Nach dem Anschließen des Ladegeräts zur Akkuladung, erscheint die Aufschrift LAd nicht	Entladene Akkus oder nicht funktionsfähiges Ladegerät	Wenn nach 10 Minuten vom Anschließen des Ladegeräts die Aufschrift nicht erscheint, sind die Akkus nicht funktionsfähig (wechseln); Netzgerät prüfen
Nach 18 Stunden der Akkuladung und der Anzeige der Aufschrift FULL, nach dem Einschalten des Messgeräts erscheint die Aufschrift bAt	Beschädigte Akkus	Akkus gegen neue wechseln

SYMPTOM	URSACHE	VORGANG
Nach der Beendung der Messung und dem Abschalten der Sonden vom gemessenen Objekt, bleibt es bis zur gefährlichen Spannung geladen	Sonden wurden vom Objekt vor dem Messende abgeschaltet	**Es ist unzulässig, die Messleitungen vom geprüften Objekt vor der Beendung der Messung zu trennen!**
	Beschädigtes Entladesystem	Wenn trotz der richtig durchgeführten Messung das Objekt immer noch geladen bleibt, soll das Messgerät zum Service übergeben werden
Während der Programmierung der Zeit T_1, T_2 oder T_3 können die gewünschten Werte nicht eingestellt werden	Einführung von Zeiten, die die Bedingung $T_3>T_2>T_1$ nicht erfüllen, ist unmöglich	Bedingung $T_3>T_2>T_1$ erfüllen
Während der Datenübertragung kann die Verbindung mit dem Messgerät nicht aufgenommen werden oder die Übertragung erfolgt fehlerhaft	In der Konfiguration des Programms wird das Messgerät mit einem anderen Code gewählt, als das zum Computer angeschlossen	Das Programm zur Zusammenarbeit mit einem entsprechenden Messgerät konfigurieren
	Das Messgerät wurde an einen anderen als in der Konfiguration des Programms eingestellten Serienport angeschlossen	Das Messgerät zum entsprechenden Port anschließen oder die Programmkonfiguration ändern
	Teilweise ausgezogener Stecker der Übertragungsleitung vom Messgerät	Verbindung des Messgeräts mit dem Computer korrigieren
	Beschädigte Transferleitung	Leitung prüfen, gegebenenfalls wechseln
	Beschädigter Serienport, zu dem das Messgerät angeschlossen wurde	Computer reparieren lassen

9 Reinigung und Wartung

Das Gehäuse des Messgeräts und des Ladegeräts (des Adapters AC) kann mit einem weichen, feuchten Flanell gereinigt werden, unter Verwendung von allgemein zugänglichen Reinigungsmitteln. Es sollen keine Lösungsmittel und keine Reinigungsmittel verwendet werden, welche das Gehäuse zerkratzen könnten (Pulver, Pasten usw.).

Das elektronische System des Messgeräts ist wartungsfrei.

10 Demontage und Verwertung

Ausgesonderte Geräte muß man segregieren und darf man nicht mit den anderen Abfällen sammeln.

Ausgesonderte Geräte werden entsprechend den Elektronikschrott betreffenden gesetzlichen Regelungen vom Hersteller zurückgenommen.

Vor der Übertragung der Ausrüstung zum Sammelnpunkt darf man keine Ausrüstungsteile demontieren.

Man soll sich an die lokalen Vorschriften halten, keine Verpackung, Batterien und Akkumulatoren auszuwerfen.

11 . Anlagen

11.1 Technische Daten

- „a.W." bedeutet in der Bezeichnung des Grundfehlers den angezeigten Wert

Isolationswiderstandsmessung

- Messspannungen, programmiert je 10 V im Bereich von:
  MIC-1000 50...1000 V
  MIC-2500 50...2500 V
  Genauigkeit des Spannungsgebens (R_{obc} [Ω] ≥ 1000*U_N [V]): -0+10 % vom eingestellten Wert
- Temperaturstabilität der Spannung besser als: 0,1 % / ℃
- Abgemessene Messzeiten T_1, T_2 und T_3 für die Messung von Absorptionskoeffizienten:
  drei, ausgewählte vom Bereich 1... 600 Sekunden Genauigkeit ± 1 s

MIC-1000
Messbereich: R_{ISOmin} = U_{ISOnom}/I_{ISOmax} …110,0 GΩ (I_{ISOmax} = 1 mA)

Messbereich	Auflösung	Grundfehler
0,00...99,90 kΩ	0,01 kΩ	± 3 % des a.W. ± 20 Ziffern
100,0...999,0 kΩ	0,1 kΩ	
1,000...9,990 MΩ	0,001 MΩ	
10,00...99,90 MΩ	0,01 MΩ	
100,0...999,0 MΩ	0,1 MΩ	
1,000...9,990 GΩ	0,001 GΩ	
10,00...99,90 GΩ	0,01 GΩ	
100,0…110,0 GΩ	0,1 GΩ	

MIC-2500
Messbereich: R_{ISOmin} = U_{ISOnom}/I_{ISOmax} …1100 GΩ (I_{ISOmax} = 1 mA)

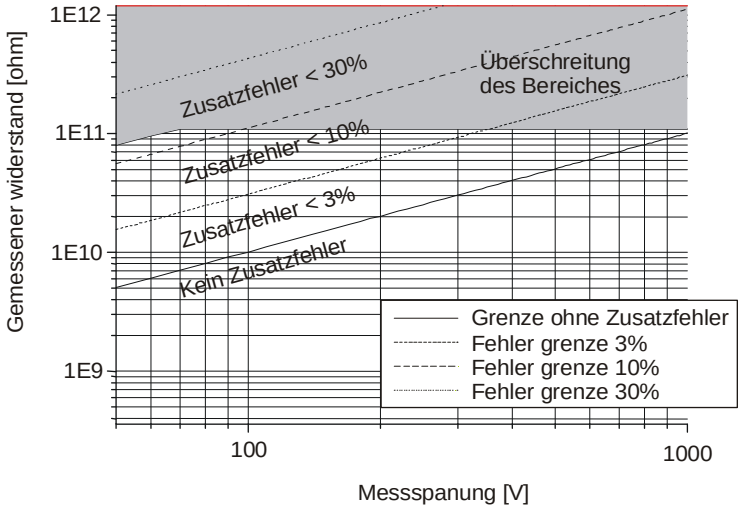
Messbereich	Auflösung	Grundfehler
0,00...99,90 kΩ	0,01 kΩ	± 3 % des a.W. ± 20 Ziffern
100,0...999,0 kΩ	0,1 kΩ	
1,000...9,990 MΩ	0,001 MΩ	
10,00...99,90 MΩ	0,01 MΩ	
100,0...999,0 MΩ	0,1 MΩ	
1,000...9,990GΩ	0,001 GΩ	
10,00...99,90 GΩ	0,01 GΩ	
100,0...999,0 GΩ	0,1 GΩ	
1000…1100 GΩ	1 GΩ	

⇒ **Achtung:** Für die Isolationswiderstandswerte unterhalb R_{ISOmin} wird die Genauigkeit infolge des Betriebes des Messgeräts mit der Strombegrenzung des Wandlers nicht spezifiziert, laut der Formel:

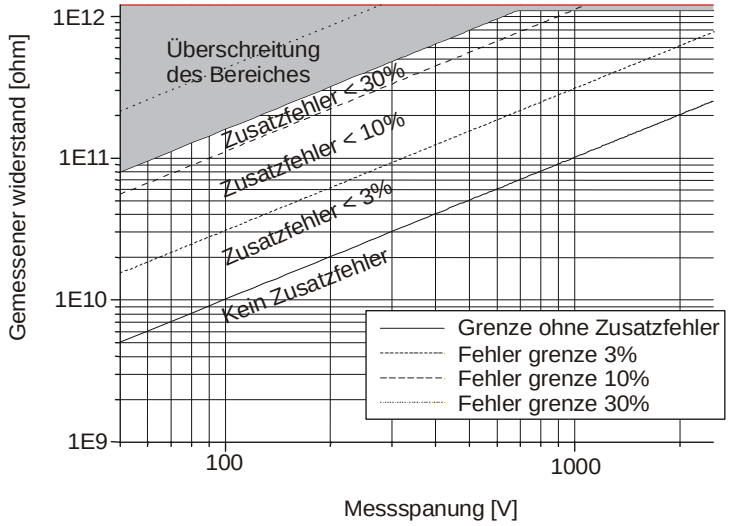
$$R_{ISO\,\min} = \frac{U_{ISO\,nom}}{I_{ISO\,\max}}$$

wobei:
R_{ISOmin} – Mindestisolationswiderstand, gemessen ohne Begrenzung des Wandlerstroms
U_{ISOnom} – Nennmessspannung
I_{ISOmax} – maximaler Wandlerstrom (1 mA)

Zusatzfehler für MIC-1000



Zusatzfehler für MIC-2500



Anzeige des Leckstroms

Bereich	Auflösung	Grundfehler
$0…I_{pmax}$	Je nach dem Bereich	$-\Delta I_-, +\Delta I_+$

wobei: I_{pmax} - maximaler Wandlerstrom gleich $1,2 \pm 0,2$ mA

ΔI_-, ΔI_+ - grundsätzliche Fehler der Stromanzeigen, berechnet auf Grund der Widerstandsanzeigen, laut den Formeln:

$$\Delta I_- = U_{ISO} \cdot \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R + |\Delta R|} \right)$$

$$\Delta I_+ = U_{ISO} \cdot \left(\frac{1}{R - |\Delta R|} - \frac{1}{R} \right)$$

und:

U_{ISO} – Messspannung

R – angezeigter Isolationswiderstandswert

ΔR – grundsätzlicher Fehler der Widerstandsmessung, bestimmt für eine gegebene Messung

Spannungsmessung

- Gleichspannungen

Messbereich	Auflösung	Grundfehler
0...600 V	1 V	± 3 % des a.W. ± 2 Ziffern

- Wechselspannungen 50 Hz* (sinusförmig mit dem Inhalt von Harmonischen < 2%)

Messbereich	Auflösung	Grundfehler
0...600 V	1 V	± 3 % des a.W. ± 2 Ziffern

* 60Hz für Ländern wo diese Frequenz gilt.

Niederspannungs-Widerstandsmessung

Messbereich	Auflösung	Grundfehler
0,0...99,9 Ω	0,1 Ω	± 2% des a.W. ± 3 Ziffern
100,0...399,9 Ω	0,1 Ω	± 4% des a.W. ± 3 Ziffern

- Tonsignal für die Widerstände, die niedriger sind als 35 Ω ± 25 Ω
- Höchstspannung an offenen Anschlüssen – 9,6 V
- Höchststrom an geschlossenen Anschlüssen – 200 mA

Sonstige technische Daten

a) Isolationsart ..... doppelt, gemäß der EN 61010-1 und IEC 61557
b) Messkategorie ..... III 300V gemäß EN 61010-1
c) Schutzgrad des Gehäuses gemäß EN 60529..... IP40
d) Energieversorgung des Messgeräts ..... Akkupaket Typ SONEL NiCd 9,6 V
e) Abmessungen ..... 230 x 67 x 68 mm
f) Gewicht des Messgeräts:
   Ohne Akku..... ca. 330 g
   Mit Akku ..... ca. 850 g
g) Bezugstemperatur …….. +23 ± 2 °C
h) Betriebstemperatur.....–10..+40 °C
i) Lagerungstemperatur .....–20..+60 °C
j) Betriebstemperatur für Ladegerät ……...…… +10…+35℃
k) Zeit bis zum Selbstausschalten:
   Messfunktion **R_{ISO}/I_L** .....
je nach der programmierten Zeit T_2 oder T_3 (T_2/T_3 + 300 Sekunden)
   Sonstige Messfunktionen .....300 Sekunden
l) Messfrequenz für die Messfunktion **R_{ISO}/I_L** .....ca. 1 Messung/ Sekunde

m) Anzahl von Messungen R_{ISO}……..……..mind. 1000
n) Display .....LCD- Display, 4 Ziffern mit der Höhe von 14 mm
o) Ladegerät
- Eingang.... 105..130V/50..60Hz/100mA oder 220..240V/50..60Hz/50mA
- Ausgang..... 15V DC/240mA

11.2 Hersteller

Der Hersteller des Geräts, von dem der Garantie- und Nachgarantieservice geführt wird, ist:

SONEL S. A.
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica
Polen
tel. (0-74) 858 38 60
fax (0-74) 858 38 09
e-mail: export@sonel.pl
URL: www.sonel.pl